

L'ORGANE NEURAL DES POLYCLINIDÆ

Par J.-M. PÉRÈS.

Dans une précédente note (7) j'ai donné quelques aperçus sur l'organe neural de la famille des *Polyclinidæ* que j'avais à peu près complètement négligée lors de mes premières recherches (4). Ces aperçus ne portaient que sur quatre espèces : *Amaroucium Nordmani* Milne-Edwards, *Amaroucium (Parascidia) areolatum* Della Chiaje, *Amaroucium (Parascidia) turbinatum* (Savigny), *Synoicum argus* Milne-Edwards. Le présent travail est fondé sur un matériel plus abondant des précédentes espèces auquel vient s'ajouter l'étude de six autres espèces : *Polyclinum aurantium* Milne-Edwards, *Aplidium pallidum* Verril, *Amaroucium albicans* Milne-Edwards, *Amaroucium punctum* Giard, *Amaroucium densum* Giard, *Amaroucium proliferum* Milne-Edwards. Soit au total dix espèces appartenant à quatre genres et un sous-genre.

L'étude de l'organe neural des *Polyclinidæ*, et des Aplousobranches d'une manière générale, est beaucoup plus difficile que celle du même organe chez les Phlébobranches et il faut de nombreuses séries de coupes pour avoir une idée valable d'une espèce. Dans mon précédent travail je m'étais borné à décrire les organes neuraux des quatre espèces étudiées et à essayer de saisir les analogies et les différences morphologiques précisant les affinités des espèces et des genres. Malgré un matériel pourtant important, j'avais dû renoncer à établir s'il existe ou non un cycle de fonctionnement analogue à celui que j'ai constaté dans le même organe des Aseidies simples. Le présent travail a pour but de préciser ce dernier point, au moins chez les rares espèces où j'ai eu la chance de pouvoir saisir certaines étapes du cycle de fonctionnement. Il s'agit bien d'une chance car j'ai observé que, au sein d'un même cormus, l'immense majorité des aseidiozoïdes montre des organes neuraux tous au même stade.

POLCYLINUM AURANTIUM Milne-Edwards.

Chez cette espèce le volume de la glande est du même ordre que celui du ganglion nerveux. La glande, qui présente très souvent une large lacune centrale, a une structure très réticulée. Les noyaux des cellules du réticulum sont le plus généralement gros, sphériques ou ovalaires, et pourvus d'un petit nucléole. Les noyaux falciformes

sont très rares et très rares aussi les cellules univacuolaires libres, individualisées, non incluses dans le réticulum. On voit assez souvent, dans le canal évacuateur, des cellules non vacuolisées étoilées ou amiboïdes en voie d'évacuation. Bien qu'il y ait quelques variations, on peut dire que, dans l'ensemble, les cas de phagoeytose sont peu nombreux. Les éléments phagocytés dégèrent rapidement ; ils sont alors assez basophiles et non réfringents le noyau est en général peu distinct probablement par suite de la rapide fragmentation qui suit la pyénose, fragmentation que j'ai pu observer dans quelques cas favorables.

APLIDIUM PALLIDUM Verril.

LAHILLE avait déjà remarqué que, chez cette espèce, la glande neurale n'est qu'une dilatation du tube neural (3). D'autre part, BRIEN (2) écrit à propos de cette espèce : « Le protoplasme des cel-

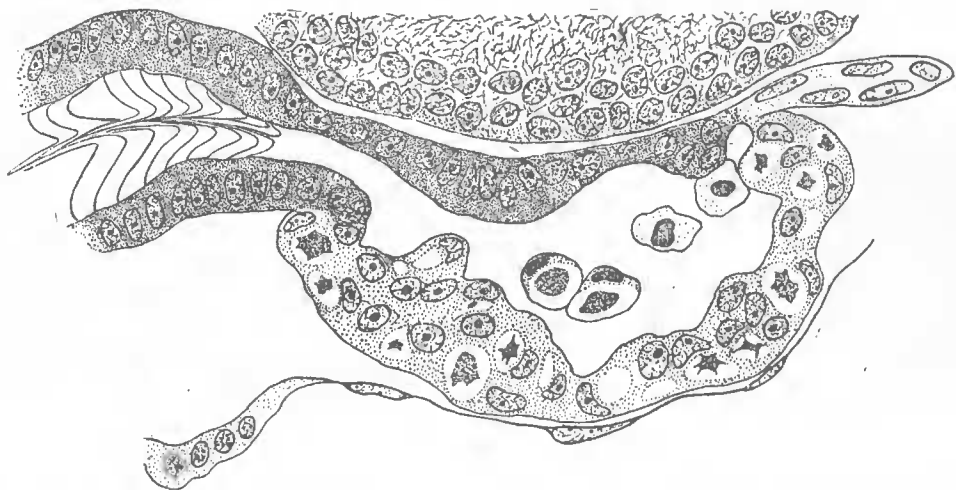


FIG. 1. — *Aplidium pallidum*. Coupe dans la région du complexe neuroglandulaire montrant différents aspects de la vacuolisation du tissu de la glande neurale et, dans les vacuoles, des coagulums protéiques. Dans la lumière on voit deux cellules vacuolisées, individualisées, prêtes à être éliminées et deux cellules non vacuolisées à noyau pycnotique. En haut à droite, l'origine du cordon dorsal en continuité avec le canal excréteur de la glande. Remarquer l'intense basophilie de l'épithelium de ce dernier par rapport aux cellules du cordon dorsal et de la glande. En haut, on a figuré le bord ventral du ganglion nerveux. ($\times 750$ environ).

lules de la glande neurale forme une masse trabéculaire acidophile où sont semés les noyaux, très gros, ovalaires, à chromatine généralement condensée en masses irrégulières accolées à la membrane nucléaire ». Personnellement, j'ai constaté de grandes variations individuelles d'un ascidiozoïde à l'autre dans la taille de la glande neurale. Parfois en effet, elle est réduite à un mince amas cellulaire allongé placé sous le canal évacuateur qui aboutit au pavillon

cilié ; c'est même le cas le plus fréquent, du moins dans les cormus que j'ai examinés. J'ai cependant vu quelques ascidiozoïdes qui montraient une glande plus développée, assez analogue à l'aspect représenté par BRIEN (2), quoique toujours nettement plus petite que le ganglion. Le réticulum est peu net. Les noyaux sont gros et pourvus d'un volumineux nucléole. Il y a pas mal de cellules irrégulières non vacuolisées. La vacuole des cellules de l'épithélium est le plus souvent basale ou latérale et contient fréquemment, comme d'ailleurs les cellules vacuolaires du reste de l'organe, un amas amphophile ou basophile qui paraît être un coagulum du contenu vacuolaire (fig. 1). Je n'ai pas vu de cas de phagocytose. Les noyaux des cellules univacuolaires prêtes à être éliminées sont souvent falciformes et en même temps pycnotiques.

AMAROUCIUM ALBICANS Milne-Edwards.

La glande, bien développée, est à peu près du volume du ganglion. Elle est confuse, difficile à analyser, et sa structure paraît peu réticulaire. Les cellules de l'épithélium de l'organe sont nettement vacuolisées, la vacuole étant fréquemment basale et occupant la presque totalité du corps cellulaire ; le noyau est falciforme. La lumière de l'organe est complètement oblitérée par des cellules univacuolaires, également à noyau falciforme, très serrées mais qui ne semblent guère s'agréger en un réticulum. Il y a, de-ci de-là, quelques cellules desquamées à noyau pycnotique.

Les vacuoles des cellules univacuolaires sont assez souvent à contours réfringents, grumeleux et très basophiles, et parsemées de traînées également basophiles ; on y observe souvent de très petits cristallites. Il ne peut guère s'agir là que des figures dues à la coagulation du contenu vacuolaire. J'ai vu, assez rarement, au sein des vacuoles, des cellules phagocytées bien reconnaissables qui sont souvent elles-mêmes d'autres cellules univacuolaires.

AMAROUCIUM PUNCTUM Giard.

La glande, un peu moins volumineuse que le ganglion, montre une structure un peu réticulée. Dans l'ensemble les noyaux sont volumineux, arrondis ou ovalaires, peu chromatiques et nucléolés. Les noyaux falciformes sont assez rares, de même que les cas de phagocytose ; les fréquences des uns et des autres vont d'ailleurs de pair, bien que les cellules à noyau non falciforme possèdent aussi le pouvoir phagocytaire. L'abondance des noyaux falciformes paraît également liée, dans une certaine mesure, à une diminution de la

structure réticulaire. Les vacuoles ont le même aspect que chez *A. albicans*. Il y a parfois des cellules desquamées irrégulières, non vacuolaires, à cytoplasme clair et noyau pycnotique. Les cellules éliminées par le pavillon cilié peuvent appartenir à toutes les catégories.

AMAROUCIUM DENSUM Giard.

La glande, assez volumineuse, est à peine moins grosse que le ganglion. Sa structure est assez confuse. Dans l'épithélium on voit des vacuoles dans toutes les positions : basales, apicales, latérales. La lumière de la glande est bourrée par un agglomérat de cellules à gros noyau, peu chromatique, parfois pourvu d'un nucléole toujours fort petit. Bien que les cellules paraissent polyvacuolaires, la structure d'ensemble est assez compacte parce que les vacuoles sont fort petites. Le réticulum, bien que peu net, paraît cependant exister. Il y a quelques cellules univacuolaires libres à noyau généralement arrondi ou ovalaire, rarement falciforme. Les cellules non vacuolisées, de forme irrégulière, à cytoplasme arrondi et noyau pycnotique, sont assez nombreuses. Les cas de phagocytose sont exceptionnels. J'ai étudié quatre fragments de cormus, comprenant chacun de nombreux ascidiozoïdes et je n'ai vu qu'un seul cas de phagocytose.

AMAROUCIUM PROLIFERUM Milne-Edwards.

J'avais déjà étudié cette espèce dans ma première publication d'ensemble (4). J'avais observé l'extrême vacuolisation du tissu de l'organe neural mais je n'avais pas osé interpréter sa structure comme réticulaire. La comparaison avec les organes neuraux des autres espèces du genre *Amaroucium* me permet aujourd'hui de juger autrement.

La glande, un peu moins grosse que le ganglion, a une structure bien réticulée, les cellules univacuolaires individualisés, libres, sont peu nombreuses. Les noyaux des cellules du réticulum, assez variés, sont tantôt arrondis ou ovalaires, tantôt falciformes. Les cellules irrégulières non vacuolisées, à noyau pycnotique, sont très rares. Dans les vacuoles il y a souvent des coagulums protéiques.

L'abondance des cas de phagocytose par les cellules du réticulum est variable. Dans l'ensemble, ils sont assez peu nombreux. Les éléments phagocytés sont souvent des cellules irrégulières non vacuolisées, parfois aussi des cellules univacuolaires et même des éléments sanguins (cellules à grains réfringents jaunes). J'ai vu sur

certaines individus des cellules univacuolaires, chargées de restes de phagocytose, en voie d'élimination par le pavillon cilié. Ceci tendrait à prouver que le réticulum peut se dissocier une fois que ses éléments constitutifs ont exercé leur fonction phagocytaire et laisse entrevoir chez cette espèce l'existence possible d'un cycle de fonctionnement.

Ce cycle de fonctionnement pourrait être ainsi schématisé : Les cellules de l'épithélium se vacuolisent ; puis, soit en restant adhérentes à celles qui sont apparues après elles, et qui les repoussent, soit par desquamation, elles gagnent le centre de la lumière de l'organe. Leur vacuole augmente ; les cellules comprimées les unes contre les autres confondent leurs cytoplasmes et forment un réticulum. Par ailleurs, l'épithélium de l'organe peut desquamé des

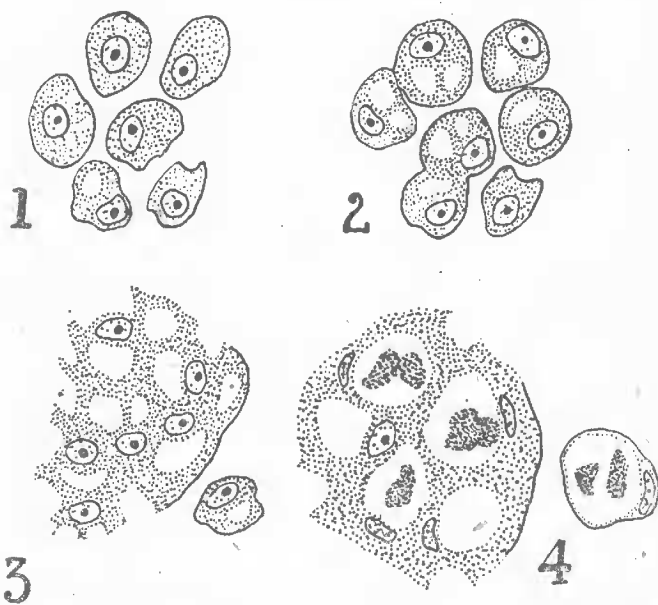


FIG. 2. — *Amaroucium Nordmani*. Schémas simplifiés expliquant l'évolution de la glande neurale. ($\times 800$ environ).

cellules non vacuolisées dont le noyau devient pycnotique. Cellules non vacuolisées et cellules vacuolisées peuvent être phagocytées par les cellules du réticulum. Puis, ultérieurement, le réticulum se désagrège pour libérer les cellules qui le constituent et qui, chargées ou non de résidus de phagocytose, sont éliminées par le pavillon cillé. Peut-être le réticulum se désagrège-t-il par le haut au fur et à mesure qu'il se constitue par le bas.

AMAROUCIUM NORDMANI Milne-Ewards.

Je ne reviendrai pas sur la description de l'organe que j'ai déjà faite précédemment (7), mais j'insisterai sur son cycle de fonctionnement dont de nombreuses coupes m'ont permis de me faire une idée assez nette.

Au début de son évolution les cellules qui bourrent la lumière de la glande sont peu vacuolisées, les vacuoles sont petites et l'aspect général n'est pas (ou peu) réticulaire (fig. 2, Stade 1). Les noyaux sont gros, arrondis, peu chromatiques et nucléolés. Les cas de phagocytose, toujours présents, sont peu nombreux. Progressivement, la taille des vacuoles augmente (fig. 2, Stade 2), l'aspect réticulé se précise (fig. 2, Stade 3) et la proportion des cas de phagocytose augmente, les noyaux restant toujours arrondis ou ovalaires. Enfin, tandis que cette structure persiste dans les régions de la glande les plus proches de ses parois, la région centrale et celle qui confine au canal évacuateur montrent un nouvel agrandissement des vacuoles tandis que les noyaux, comprimés par l'accroissement vacuolaire, deviennent falciformes (fig. 2, Stade 4). En même temps les phénomènes de phagocytose deviennent à peu près généraux tant dans les cellules restées libres que dans celles qui sont agrégées dans le réticulum. La phagocytose peut être simple ou en cascade. Il y a fréquemment deux ou trois cellules phagocytées par vacuole.

AMAROUCIUM AREOLATUM Della Chiaje.

La glande est assez aplatie, un peu moins volumineuse que le ganglion, et assez allongée vers l'arrière. Suivant les individus, le réticulum interne de la glande est plus ou moins développé. En général il est très important et les cellules univacuolaires individualisées sont très peu nombreuses. Les noyaux sont à peu près toujours falciformes. On observe fréquemment la vacuolisation des cellules encore incluses dans l'épithélium et j'ai même vu un cas de phagocytose par une cellule encore incluse dans l'épithélium. Il y a quelques rares cellules acidophiles non vacuolisées de forme irrégulière et à noyau très chromatique ou pycnotique. Ces dernières cellules peuvent être phagocytées par les cellules du réticulum mais le plus souvent les vacuoles de celui-ci renferment des cellules univacuolaires, souvent déjà phagocytaires elles-mêmes, et qui sont probablement les sœurs des cellules du réticulum. L'importance des phénomènes de phagocytose varie quelque peu avec les individus, mais dans l'ensemble ceux-ci sont importants. Les éléments phagocytés dégèrent en montrant un noyau pycnotique et un cytoplasme très basophile.

AMAROUCIUM TURBINATUM Savigny.

L'organe neural est assez analogue à celui de *A. areolatum* ; les deux espèces sont d'ailleurs très proches l'une de l'autre. La structure est au moins aussi réticulaire que chez *A. areolatum*. Les cel-

lules univacuolaires individualisées, encore plus rares que chez l'espèce précédente, montrent en général un noyau falciforme tandis que les noyaux des cellules du réticulum sont, en général, arrondis ou ovalaires. Les cas de phagocytose paraissent absents. Souvent les vacuoles sont réfringentes, à contours basophiles, et parsemées de traînées très basophiles ; elles rappellent ce qu'on observe chez *Am. albicans* et *Am. punctum*.

SYNOICUM ARGUS Milne-Edwards.

Chez cette espèce, si commune sur nos côtes de la Manche, et bien que j'aie étudié de nombreux cormus, ma connaissance du cycle reste très imparfaite.

J'ai pu voir un zoïde chez lequel l'organe neural d'ailleurs peu volumineux renfermait de nombreuses cellules acidophiles irrégulières classiques, et d'autres éléments rassemblant aux cellules qui remplissent ordinairement la lumière de l'organe mais non vacuolisés. Dans l'épithélium, en revanche, on voyait quelques cellules tendant vers une structure polyvacuolaire. Il n'y avait nul cas de phagocytose.

Au contraire chez la plupart des zoïdes on trouve réalisée la structure très réticulaire que j'ai décrite et figurée (7), avec ses gros noyaux arrondis ou ovalaires et nucléolés. Les vacuoles montrent souvent des coagulum plus ou moins nets ; les cas de phagocytose restent extrêmement rares. En comparant très soigneusement un très grand nombre de zoïdes dont l'organe présente cet aspect réticulaire on voit que, chez certains individus, la structure des cellules qui forment le réticulum est plutôt polyvacuolaire au moins dans les régions les plus périphériques de l'organe, ce qui est en accord avec l'aspect polyvacuolaire qu'a l'épithélium de l'organe au premier stade de son évolution. Il y a encore quelques rares cellules acidophiles à noyau pycnotique. Dans la région centrale de l'organe, puis à partir de cette région et d'une façon centrifuge, il y a, probablement par fusion des vacuoles existantes, apparition de vacuoles beaucoup plus grandes. Ce sont ces deux phases caractérisées par : l'aspect très réticulaire, les noyaux gros, arrondis et pourvus d'un volumineux nucléole et l'absence presque totale de cas de phagocytose, qui sont réalisées chez l'immense majorité des ascidiozoïdes que j'ai étudiés.

Cependant chez quelques rares individus, j'ai observé que les vacuoles de la région centrale de l'organe tendent encore à augmenter, ce qui finit par modifier les noyaux qui deviennent falciformes en même temps que leur nucléole diminue. Simultanément les cas de phagocytose sont infiniment plus nombreux, les éléments phago-

cytés étant très basophiles mais trop dégradés pour qu'on puisse apprécier leur nature.

CONCLUSIONS.

Il est malaisé de tirer des conclusions précises, relatives à l'ensemble des *Polyclinidæ*, des observations précédemment exposées.

Il y a très probablement un fonctionnement cyclique de l'organe neural des *Polyclinidæ*. Je l'ai observé assez nettement chez *Am. Nordmani* bien que je n'aie pas vu l'élimination du matériel cellulaire contenu dans la glande, par le pavillon cilié. J'ai vu, en revanche, cette élimination chez *Am. proliferum* espèce chez laquelle j'ai pu saisir (ainsi d'ailleurs que chez *S. argus*) des signes non équivoques de fonctionnement cyclique (quoique moins précis que chez *Am. Nordmani*). Chez les autres espèces étudiées, je n'ai rien vu qui puisse permettre de parler d'un cycle de fonctionnement de l'organe neural. L'existence de ce cycle est cependant probable ; mais il reste difficile à saisir surtout parce que, comme je l'ai déjà dit, il doit y avoir très généralement synchronisme de fonctionnement des organes neuraux de tous les ascidiozoïdes appartenant à un même cormus. Dans l'immense majorité des cas l'organe neural présente le même aspect au sein d'un même cormus.

La proportion des cas de phagocytose dans l'organe neural dépend évidemment de la phase à laquelle la fixation a saisi cet organe. Chez *Am. Nordmani*, les cas de phagocytose, peu nombreux au début, sont très abondants à la fin. Cependant chez des espèces comme *Ciona intestinalis* (4), j'ai constaté que, même quand la glande est encore loin de sa phase d'élimination (phase à laquelle il y a une proportion élevée de cas de phagocytose), on observe quand même des cellules phagocytées. Or, chez *P. aurantium*, *Ap. pallidum*, *Am. albicans*, *Am. punctum*, *Am. densum* les cas de phagocytose sont exceptionnels. Il est probable, si l'organe neural de ces espèces a un cycle, que, même à la phase d'élimination, les cas de phagocytose y sont moins nombreux que chez les autres espèces étudiées.

La présence dans certaines vacuoles chez *Am. albicans*, *Am. punctum* et *Am. turbinatum* de traînées réfringentes et d'un contour vacuolaire grumeleux également réfringent et basophile indique une nature particulière du contenu vacuolaire. Chez *Ap. pallidum* il y a nettement, au sein de la plupart des vacuoles des cellules de l'organe neural, des coagulums non réfringents amphophiles ou basophiles qui sont certainement analogues. Ces figures sont à rapprocher de ce qu'on observe chez *S. argus* où il y a, dans certaines vacuoles des cellules du réticulum interne de la glande, des coagulums que j'ai figurés dans un précédent travail mais qui sont non réfrin-

gents et à peu près incolores; contrairement aux formations des espèces précitées.

Dans une certaine mesure la structure plus ou moins réticulaire de cellules contenues dans un organe neural donné dépend aussi de la phase à laquelle celui-ci s'est trouvé fixé. Cependant dans l'ensemble on peut dire que le réticulum, peu net chez *Ap. pallidum* et chez les espèces les moins évoluées du genre *Amaroucium* (*Am. punctum*, *Am. albicans*, *Am. densum*.) est beaucoup plus développé chez les *Amaroucium* plus évolués (*Am. Nordmani*, *Am. proliferum*) et chez les espèces du sous-genre *Parascidia* et *S. argus*. Par ailleurs le réticulum est important chez *P. aurantium* bien que le genre *Polyclinum* soit considéré comme le plus primitif des *Polyclinidæ*.

L'organe neural d'*Aplidium pallidum* pose d'autre part un problème tout à fait particulier. J'y ai constaté, en effet, de grandes variations de volume de la glande, d'un ascidiozoïde à l'autre, variations qui paraissent avoir échappé à BRIEN dans ses deux remarquables publications sur la blastogénèse de cette espèce (2 et 3), ce qui est d'ailleurs tout à fait normal, étant donné que son attention n'était pas particulièrement tournée vers la glande neurale. BRIEN a mis en évidence dans les cormus d'*Aplidium pallidum*, l'existence de deux sortes d'ascidiozoïdes : des individus bourgeonnants, et des individus sexués, un certain nombre de générations des premiers se succédant avant que les seconds n'apparaissent. Le savant belge ne précise pas s'il y a des différences dans la glande neurale entre l'individu sexué et l'individu bourgeonnant ; il se borne à décrire la glande neurale de l'ascidiozoïde en général (2, p. 12), mais note cependant, à propos du cordon dorsal de l'ascidiozoïde bourgeonnant (2, p. 17) : « Le cordon dorsal présente avec le canal excréteur et la glande neurale, les relations signalées plus haut ». Faute de m'en être avisé à temps, je n'ai pu essayer de voir si par hasard les différences entre la glande neurale des différents ascidiozoïdes ne correspondraient pas à leur qualité respective d'individu bourgeonnant ou d'individu sexué, mais la chose serait intéressante à reprendre. Ces variations individuelles ont cependant un autre intérêt. BRIEN a montré en effet comment le bourgeonnement post-thoracique du genre *Aplidium* (différent du bourgeonnement postabdominal des autres *Polyclinidæ*) annonce le bourgeonnement si particulier des *Didemnidæ*. Or, j'ai déjà signalé dans une précédente publication (7) que les *Didemnidæ* présentent eux aussi, et très régulièrement semble-t-il, des variations individuelles importantes de la glande neurale ; celle-ci, d'ailleurs, est, chez les *Didemnidæ*, même à son maximum de développement, infiniment moins importante que chez les *Polyclinidæ*. Ce nouveau point de contact entre le genre *Aplidium* et les *Polyclinidæ* devait cependant être signalé.

En somme, l'étude de l'organe neural s'avère, au moins dans son

état actuel, incapable de clarifier ou de préciser les positions respectives des quatre genres de *Polyclinidæ* que j'ai pu étudier. Au fond, malgré une similitude apparente due à des proportions analogues, l'organe neural des *Polyclinidæ* montre un aspect assez évolué et sa structure s'éloigne nettement plus de celle observée chez les *Polycitoridæ* (*P. lepadiformis* — 4) que ne s'en éloigne celle observée chez les Phlébobranches les plus inférieurs, *Rhopalæa neapolitana* par exemple (5). L'organe neural de *Rh. neapolitana* ou même celui de *C. intestinalis* ou *Ascidia aspersa* est plus proche de celui de *Polycitor lepadiformis* que ne le sont les organes neuraux des *Polyclinidæ* que j'ai étudiés. L'élimination d'éléments sanguins par l'organe neural, si fréquente chez les Phlébobranches, est, chez les *Polyclinidæ*, à peu près nulle.

Peut-être la diminution d'activité de l'organe neural chez les *Polyclinidæ* est-elle en rapport avec l'existence de la tunique commune. J'ai constaté en effet, chez les *Didemnidæ*, que l'évolution des éléments sanguins se passe presque entièrement au sein de la tunique, qui joue le rôle physiologique d'un conjonctif commun aux différents ascidiozoïdes, sans qu'il y ait bien entendu aucune homologie entre la tunique et le tissu conjonctif véritable (6). Chez les *Polyclinidæ* l'activité sanguine au sein de la tunique est certainement, d'après mes premières observations, moindre que chez les *Didemnidæ*; elle existe cependant et peut être à l'origine de la faible activité de l'organe neural qu'on constate dans l'ensemble des espèces de la famille que j'ai étudiées. L'activité sanguine dans la tunique, plus grande chez les *Didemnidæ* se trouverait correspondre à une réduction très poussée de l'organe neural, réduction que j'ai signalée dans une précédente note (3). Une confirmation ou une infirmation de cette hypothèse pourrait être tirée de l'étude des formes de *Polycitoridæ* chez lesquelles les zoïdes sont complètement empâtés dans la tunique commune par comparaison avec celles chez lesquelles les zoïdes sont simplement unis par des stolons rampants comme chez *P. lepadiformis* seule espèce de la famille des *Polycitoridæ* que j'ai pu étudier.

Notons en terminant que la présence de coagulums plus ou moins colorables dans les vacuoles des cellules de l'organe neural de certaines espèces pose un problème nouveau : celui de l'élimination éventuelle par l'organe neural de substances dissoutes dans l'hémolymphe des ascidiozoïdes.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- (1) BRIEN (P.). Contribution à l'étude de la blastogénèse des Tuniciers. *Arch. Biol.*, XXXV, 1925.
- (2) — Formation du système nerveux et des glandes génitales dans les blastozoïdes d'*Aplidium zostericola* Giard. *Ibid.*, XXXVII 1927.
- (3) LAHILLE (F.). Contribution à l'étude anatomique et taxonomique des Tuniciers. Thèse Paris 1891.
- (4) PÉRÈS (J.-M.). Recherches sur le sang et les organes neuraux des Tuniciers. Thèse Paris. *Ann. Inst. Oc.*, 1943.
- (5) — Recherches sur *Rhopalæa neapolitana*. *Bull. Inst. Oc. Monaco*, 1943, n° 844.
- (6) — Première contribution à l'étude du sang et de la tunique des *Didemnidæ*. *Ibid.*, 1945, n° 880.
- (7) Recherches sur l'organe neural des Ascidies Aplousobranches. *Ibid.*, n° 888, 1945.